

## ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОТИ ДЛЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Наведено актуальність робіт з оцінювання енергоефективності житлових будинків і пошуку раціональних джерел теплопостачання будівель. Виконано енергоаудит будівлі і визначені її енергопотреба, енергоспоживання, витрати первинної енергії та викиди парникових газів. Проаналізовано вплив вибору джерела теплоти на основні показники енергетичної та екологічної ефективності будівлі.

**Ключові слова:** енергоефективність, джерело теплоти, викиди парникових газів, витрати первинної енергії

### Abstract

The relevance of work on energy efficiency assessment of residential buildings and search for rational sources of heat supply for buildings is shown. An energy audit of the building was performed and its energy consumption, household energy consumption, primary energy consumption and greenhouse gas emissions were determined. The influence of the choice of the heat source on the main indicators of energy and environmental efficiency of the building is analyzed.

**Keywords:** energy efficiency, heat source, greenhouse gas emissions, primary energy consumption

### Вступ. Постановка задачі

Значна частина загального споживання енергоресурсів в Україні відбувається при теплопостачанні будівель. Найбільшою складовою будівель є житлові будинки. Застарілі будівлі мають низькі теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій, застарілі системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції, електропостачання, тощо.

Проектні будівлі повинні мати енергетичний сертифікат, в якому вказані основні показники енергоефективності будівлі, а саме енергоспоживання будівлі, витрати первинної енергії та викиди парникових газів [1, 2]. Методика розрахунку цих показників деталізована в ДСТУ 9190:2022 [3].

Визначальний вплив має вибір джерела теплоти для потреб опалення та гарячого водопостачання.

Метою даної роботи є дослідження показників енергоефективності житлового будинку з різними джерелами генерації теплової енергії.

### Результати досліджень

Для проведення моделювання ефективності обрана п'ятиповерхова житлова будівля загальною площею 2770 м<sup>2</sup> у м. Вінниця. Термічні опори зовнішніх огорожень відповідають вимогам ДБН В.2.6 -31:2021 [4]. Розрахункова питома енергопотреба будівлі складає 24,3 кВт·год/м<sup>2</sup>. Питома енергоспоживання будівлі на потреби опалення, гарячого водопостачання та охолодження складає 30,4 кВт·год/м<sup>2</sup>, що відповідає класу енергоефективності А.

Розподіл енергоспоживання: система опалення 48%; система вентиляції 1%; система гарячого водопостачання 18%; система охолодження 5%; система освітлення та ін. 28%.

Для виявлення впливу джерела теплової енергії на загальну енергетичну та екологічність ефективність систем опалення, охолодження та гарячого водопостачання будівлі використана математична модель, побудована на основі «Методики визначення енергетичної ефективності будівель» [1].

Результати досліджень показані на рис. 1 – 2.

Для проведення досліджень обрані такі варіанти джерела теплової енергії:

- низькотемпературний газовий котел потужністю до 120 кВт для забезпечення потреб системи опалення та гарячого водопостачання і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження;

- конденсаційний газовий котел з температурним режимом (55/45°C) та тепловою потужністю до 120 кВт для забезпечення потреб системи опалення та гарячого водопостачання і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження;
- реверсивна теплонасосна установка «грунт-вода» з температурним режимом (35/28°C) для системи опалення та охолодження та реверсивна теплонасосна установка з режимом (55/45°C) для системи підготовки гарячого водопостачання;
- реверсивна теплонасосна установка «повітря-повітря» для забезпечення потреб опалення та охолодження та електричні бойлери для забезпечення потреб системи гарячого водопостачання;
- твердопаливний котел на біомасі з ручним завантаженням тепловою потужністю понад 100 кВт для забезпечення потреб системи опалення та гарячого водопостачання і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження;
- твердопаливний котел на паливних гранулах з автоматичним механізованим завантаженням тепловою потужністю понад 100 кВт для забезпечення потреб системи опалення та гарячого водопостачання і використання фреонових систем кондиціонування для охолодження;
- централізована система теплопостачання.

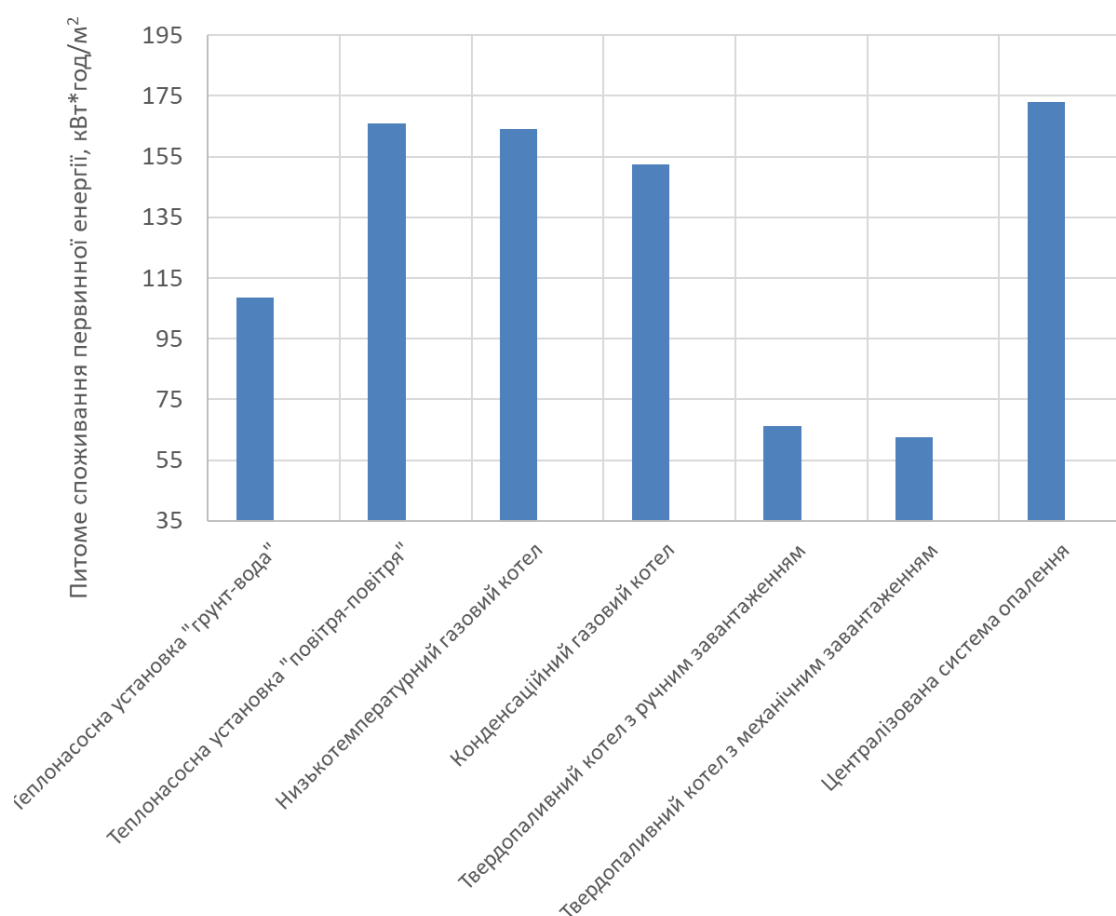


Рисунок 1 – Результати дослідження впливу джерела теплової енергії для опалення та гарячого водопостачання на питоме споживання первинної енергії

Як видно з результатів досліджень, найменші витрати первинної енергії (62 та 66 кВт\*год/м<sup>2</sup>) та викиди парникових газів (11,3 та 12 кг/м<sup>2</sup>) відповідають варіантам з котлами на біомасі. Не дивлячись на низькі сезонні ККД твердопаливного обладнання, така ефективність пов'язана із низьким фактором використання первинної енергії для відновлюваного енергоресурсу – біомаси та малими коефіцієнтами викидів парникових газів від спалювання біомаси, тому що вона є CO<sub>2</sub> -

збалансованим паливом. Тобто кількість утвореного CO<sub>2</sub> при згоранні біомаси дорівнює кількості CO<sub>2</sub>, що поглинається деревиною при зростанні.

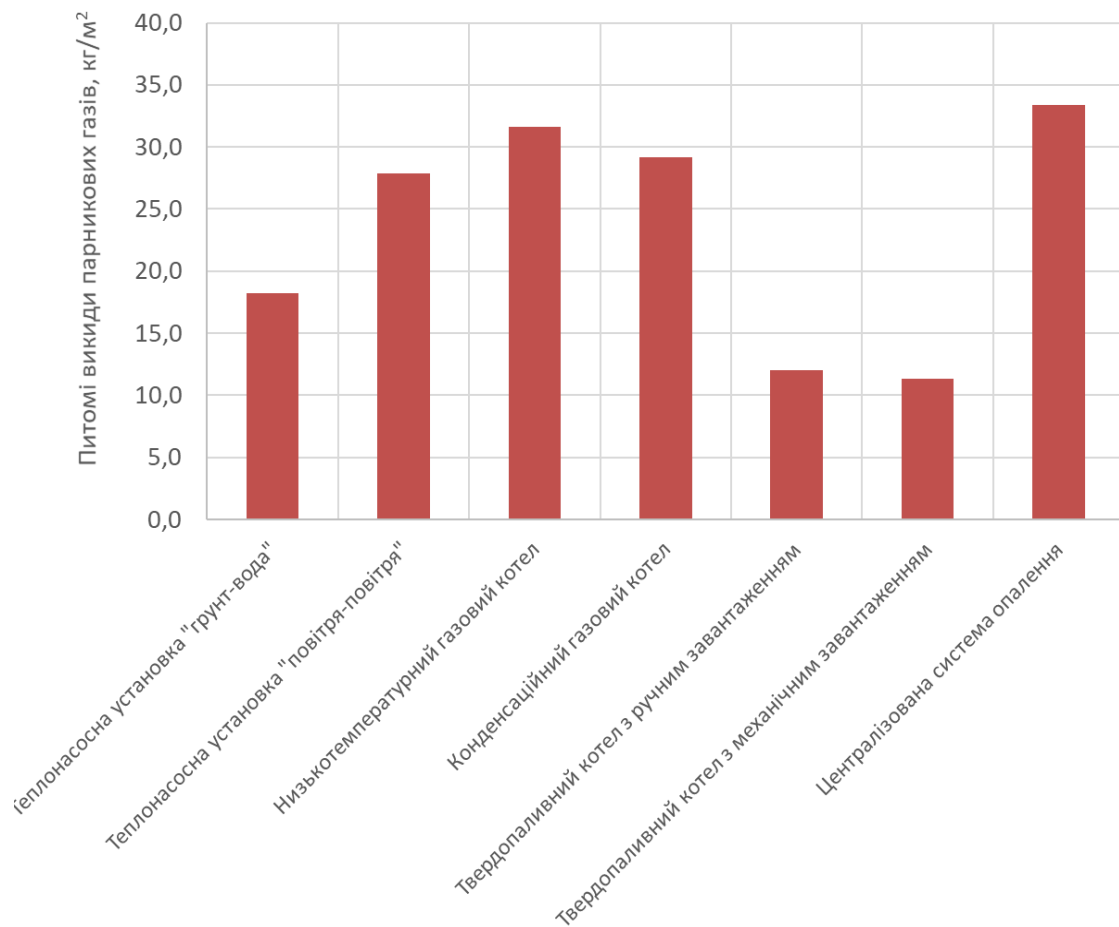


Рисунок 2 – Результати дослідження впливу джерела теплової енергії на питомі викиди парникових газів в зв'язку із функціонуванням інженерних систем будівлі

Але ці варіанти, на нашу думку, не можуть бути впроваджені для будинку в умовах щільної забудови за сучасного рівня розвитку технологій очищення димових газів від золи та окислів вуглецю і азоту.

Найгірші показники має варіант з централізованим теплопостачанням.

Високі витрати первинної енергії (164 та 152 кВт·год/м<sup>2</sup>) та викидів парникових газів (31,6 та 29,2 кг/м<sup>2</sup>) відповідають варіантам з низькотемпературним та конденсаційним газовими котлами. Навіть використання конденсаційного газового котла для забезпечення теплових потреб, згідно отриманих результатів, не можна рекомендувати для впровадження [5].

Недостатньо енергетично та екологічно ефективним є також варіант з застосуванням фреонових реверсивних теплонасосних систем «повітря-повітря» та електронагрівників для підготовки гарячої води. Хоча коефіцієнт сезонної ефективності для опалення та охолодження при такому варіанті достатньо високий (3 та 5,0), високі значення фактора первинної енергії при використанні електроенергії не дозволяють вважати цей варіант оптимальним. Крім того для кліматичних умов м. Вінниці є необхідність використовувати пікове джерело теплоти в найбільш холодний період року, коли коефіцієнт перетворення такого обладнання впаде до одиниці.

Таким чином, для забезпечення потреб опалення, охолодження, гарячого водопостачання даної будівлі пропонується використати реверсивний тепловий насос «грунт-вода» з відповідним розрашуванням фанкойлів в кожному опалюваному приміщенні.

## Висновки

Складено сертифікат енергоефективності будівлі, визначено питоме енергоспоживання систем опалення і охолодження будівлі, яке склало 22,6 кВт·год / м<sup>2</sup>. Визначено, що будівля відноситься до класу А за енергоспоживанням. Визначено питому енергопотребу на опалення та охолодження, яка склала 23,6 кВт·год / м<sup>3</sup>.

Проаналізовано вплив джерела теплової енергії для забезпечення потреб опалення та гарячого водопостачання на питоме споживання первинної енергії та питомі викиди парникових газів. Виявлено, що найкращі показники мають варіанти з використанням твердопаливних котлів на біомасі. Найгірші результати у центрального теплопостачання. Також низькі показники у варіантів газового низькотемпературного і конденсаційного котла та у теплонасосної установки «повітря-повітря». Варіанти з котлами на біомасі на даному етапі не можуть бути впроваджені через суттєві проблеми із відведенням продуктів згорання в умовах щільної міської забудови.

Таким чином, для забезпечення потреб опалення, охолодження та гарячого водопостачання пропонується використати реверсивну теплонасосну установку «грунт-вода» та систему фанкойлів для підтримання оптимальних температур в приміщеннях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: Наказ №169 від 11.07.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0822-18#Text>. (дата звернення: 25.03.2023)
2. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель, затверджені Наказом Міністерства розвитку громад та територій України 27 жовтня 2020 року № 260. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20#Text> (дата звернення: 25.03.2023)
3. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячого водопостачання. ДП УкрНДНЦ, 2022.
4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіонбуд України, 2012 р. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/dbn-v.2.6-31.pdf> (дата звернення: 25.03.2023).
5. Степанов Д.В. Вплив показників джерела теплопостачання будівлі на рівень її енергоспоживання та клас енергоефективності./ Д. В. Степанов, О.В. Бабенко, Л.В.Скородзієвська, Р. В. Яшук Доповідь на МНТК «Енергоефективність в галузях економіки України - 2021», Вінниця, 2021. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/viewFile/14027/11881> (дата звернення: 25.03.2023)

**Степанов Дмитро Вікторович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Іщенко Максим Володимирович**, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

**Мартиненко Віталій Володимирович**, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

**Stepanov Dmitro**, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Ischenko Maxim**, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University

**Martynenko Vitalii**, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University